

کاربرد مدل برنامه‌ریزی حمل و نقل در صنایع قند و شکر استان فارس

Application of transportation programming model in sugar industries in Fars Province

سیاوش قزلی جهرمی^۱، حمید محمدی*^۱ و حمید صادقی^۱
تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۱۷

س. قزلی جهرمی، ح. محمدی و ح. صادقی. ۱۳۸۷. کاربرد مدل برنامه‌ریزی حمل و نقل در صنایع قند و شکر استان فارس. مجله چغندر قند ۲۴(۲): ۱۲۷-۱۰۹.

چکیده

استان فارس در تولید چغندر قند کشور پس از استان‌های خراسان و آذربایجان غربی در رتبه سوم قرار دارد و حجم بالایی از چغندر قند در نقاط مختلف این استان جابجا می‌شود. این مطالعه در سال ۱۳۸۵ با هدف ارایه الگوی حاوی حداقل هزینه در شبکه انتقال قند و شکر از مراکز تولید استان فارس تا مراکز تصفیه و نگهداری و نهایتاً مراکز توزیع و مصرف صورت گرفت. مراکز تولید شامل مرودشت ۲۷/۳، اقلید ۲۷/۹، فسا ۱۱/۳، کوار ۷/۳ و ممسنی ۲۰/۲ درصد از کل تولید استان می‌باشد و بخشی از قند و شکر استان از طریق واردات تأمین می‌گردد. مراکز تصفیه و نگهداری متقاضی محصول مراکز یاد شده شامل مرودشت، شیراز، یاسوج، بوشهر، اقلید، آباده، لار، ابرقو، فسا، تهران، اصفهان، ممسنی، کازرون، استهبان و سپیدان می‌باشند. مراکز مصرف نیز شامل تمامی شهرستان‌های استان فارس می‌باشد. هزینه حمل قند و شکر میان مراکز تولید تا مصرف در الگوی فعلی ۵۶/۵۵ میلیارد ریال است که در الگوی بهینه این رقم ۲۳ درصد کاهش می‌یابد. از رقم یاد شده سهم شبکه انتقال از مراکز تولید تا مراکز تصفیه و نگهداری و شبکه انتقال به مراکز مصرف به ترتیب برابر با ۷۱/۱ و ۲۸/۹ درصد است. مهم‌ترین تغییرات در الگوی بهینه میان شبکه تولید و تصفیه و نگهداری تغییر در مسیرهای انتقال محصول مراکز تولید مرودشت، اقلید و ممسنی می‌باشد. محصول مرودشت در الگوی بهینه علاوه بر مرودشت و شیراز به یاسوج و بوشهر و ابرقو ارسال می‌گردد. محصول اقلید در الگوی بهینه به جای تأمین مراکز نگهداری شیراز به تهران و اصفهان ارسال می‌گردد. بخشی از محصول تولیدی ممسنی نیز که در حال حاضر به تهران و اصفهان ارسال می‌گردد در الگوی بهینه به یاسوج و بوشهر اختصاص یافته است. در شبکه انتقال محصول از مراکز تصفیه و نگهداری به مراکز مصرف نیز تغییر الگوی بهینه نسبت به الگوی فعلی عمدتاً به مراکز نگهداری شهرستان‌های شیراز، اقلید و آباده مربوط می‌شود.

واژه‌های کلیدی: استان فارس، الگوی بهینه، حمل و نقل قند و شکر

۱ - استادیاران دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

* - نویسنده مسئول hamidmohammadi1378@gmail.com

مقدمه

در ادبیات اقتصادی سه گروه تئوری رقیب برای انتخاب یک مکان مناسب برای فعالیت‌ها وجود دارد. تئوری نخست به تئوری مزیت نسبی طبیعی یا مزیت در تولید موسوم است. تئوری دوم به تئوری اثر جانبی تولید معروف است. براساس این تئوری محل استقرار فعالیت‌ها به اقدامات سایر فعالیت‌ها بستگی دارد. بر طبق تئوری سوم مکان‌یابی تحت تأثیر اثرات خارجی پولی یا مالی است. به عبارتی این تئوری محل استقرار فعالیت را تابعی از هزینه حمل و نقل مواد اولیه و محصول می‌داند (LaFountain 2005). البته عواملی هم‌چون ضرورت حل مشکلات منطقه‌ای یا برخی ملاحظات مبتنی بر ساز و کارهای گروه‌گرایی باعث می‌شود تا فضای کمی برای اقدام براساس تئوری‌های اقتصادی باقی بماند. علی‌رغم این مسأله در مورد صنایعی هم‌چون قند و شکر - صنعت تحت بررسی این مطالعه - که محصولات صنعت دارای مصرف عمومی است و با توجه به تعدد در نقاط مصرف‌کننده می‌توان صرفاً با اتکا به ملاحظات اقتصادی محض در مورد مکان فعالیت‌ها اظهارنظر نمود. کاهش مسیر انتقال می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه انتقال، کاهش در ضایعات را نیز در بر داشته باشد. استان فارس از استان‌های حایز اهمیت در صنعت قند و شکر می‌باشد. این استان در طی دوره ۸۴-۶۲ با تولید ۱۳/۱۴ درصد از چغندر قند کشور پس از استان‌های خراسان و آذربایجان غربی در رتبه سوم قرار داشته است (وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۵). با توجه به حجم بالای

جابجایی قند و شکر در این استان بررسی الگوی حمل و نقل آن و امکان سنجی تغییر مسیرهای انتقال افزون بر صرفه‌جویی در هزینه‌های انتقال از طریق مسیرهای کوتاه‌تر امکان کاهش ضایعات را نیز فراهم خواهد کرد. بر همین اساس در مطالعه حاضر سعی شده است ضمن بررسی الگوی فعلی حمل و نقل الگویی بهینه برای انتقال قند و شکر میان مراکز تولید، مراکز تصفیه و نگهداری و هم‌چنین مراکز توزیع و مصرف ارایه گردد. در این قسمت برخی از مطالعات که با استفاده از الگوی حمل و نقل، مکان‌یابی فعالیت‌ها را بررسی کرده‌اند مرور شده است. تیرچنیوز و توستراد (Tyrchniewicz and Tosterud 1963) عنوان کردند با خارج ساختن خطوط فرعی راه آهن از شبکه حمل و نقل غلات کانادا سیستم فعلی توزیع براساس مدل حمل و نقل بهینه به یک سیستم کارآمد تبدیل می‌گردد. فدر و هدی (Fedeler and Heady 1976) سیستم حمل و نقل بین منطقه‌ای یا بین شهری آمریکا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد حمل غلات با استفاده از واگن، راه آبی و کامیون باعث کاهش قابل‌ملاحظه در هزینه‌های حمل و نقل می‌گردد. نتایج مطالعه مونترسو و همکاران (Monterosso et al. 1985)، نشان داد که استفاده از الگوی بهینه حمل و نقل می‌تواند منجر به کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در هزینه‌های حمل و نقل و ذخیره‌سازی غلات در آمریکا از طریق انتخاب محل و اندازه مناسب سیلوها و انبارها گردد.

آپایا و هندریکس (Apaiah and Hendrix 2005) اقدام به یافتن کم هزینه ترین گزینه برای تهیه فرآورده های غذایی نخودفرنگی در هلند نمودند. مکان اولیه تولید نخودفرنگی نیز شامل هلند، کانادا، فرانسه و اکراین بود. تحت سناریو اول که محدودیتی برای ظرفیت قائل نشده بودند جواب دارای حداقل هزینه عبارت بود از تولید نخودفرنگی در اکراین و انتقال آن با کامیون به هلند. در سناریو دوم که محدودیت حداکثر ظرفیت اعمال شد جواب بهینه عبارت بود از تولید نخودفرنگی در تمامی مناطق و انتقال آن به وسیله روش های مختلف به اکراین، تهیه کنسانتره در اکراین و انتقال کنسانتره به وسیله کامیون به هلند جهت تهیه فرآورده های نهایی.

نتایج مطالعه ترکمانی و شیروانیان (۱۳۷۷) نشان داد با استفاده از مدل حمل و نقل از طریق تغییر در تعداد مسیرها و نیز تغییر در میزان حمل غیرمستقیم گندم از مراکز تولید به هر مقصد در سطح استان فارس، می توان هزینه های انتقال را به میزان ۳۷ درصد کاهش داد. کیانی (۱۳۸۰) به منظور بهینه سازی حمل و نقل گندم از مراکز استان ها و مراکز ورود گندم به مراکز ذخیره سازی و از آن جا به مناطق مصرفی، یک الگوی حمل و نقل ارائه کرد. یافته های تحقیق نشان داد که در صورت استفاده از الگوی بهینه می توان هزینه های حمل و نقل را به میزان ۱۳/۵ درصد کاهش داد. در این رابطه اسماعیل زاده (۱۳۶۶) نشان داد با استفاده از الگوی انتقال گندم از مناطق تولید داخلی و مرزهای وارداتی به مراکز ذخیره سازی و مصرف موجود

می توان هزینه های حمل و نقل کالا را به میزان قابل توجهی کاهش داد. یافته های عرب مازار و امیری (۱۳۷۵) نیز حاکی از آن بود که در صورت استفاده از الگوی بهینه انتقال گندم در استان لرستان می توان هزینه های انتقال را ۹/۵ درصد کاهش داد. یافته های مطالعه طراز کار و ترکمانی (۱۳۸۴)، نشان داد که با کاهش مسیرهای انتقال گندم میان شهرستان های استان فارس به میزان ۶۱ درصد می توان هزینه های حمل گندم را تا ۳۸ درصد کاهش داد.

در این قسمت برخی از مطالعات انجام شده با استفاده از الگوهای حمل و نقل در زمینه مکان یابی بازارها و فعالیت ها و اثر هزینه های حمل و نقل بر شرایط بازار مرور شده است. آیوانو (Ioannou 2005)، با مطالعه صنعت قند و شکر یونان نشان داد با کاهش در انتقال بین مراکز تولید داخلی با یکدیگر، تأمین قند و شکر مورد نیاز مراکز بسته بندی از نزدیک ترین مراکز تولید، حذف توزیع در مقیاس بزرگ و تأمین تقاضای بخش مصرف کنندگان از مراکز تولید و مراکز بسته بندی نزدیک می توان هزینه های حمل و نقل را ۲۵ درصد کاهش داد. فدريكو (Federico 2006)، اثر تغییرات در هزینه حمل و نقل و بهبود تسهیلات حمل و نقل را بر پیوستگی بازار گندم در چند شهر ایتالیا ارزیابی نمود. یافته های این تحقیق نشان داد که قبل از تشکیل اتحادیه اروپا آزادسازی و بهبود در حمل و نقل آبی ۲۰ درصد از همگرایی میان بازارها را ناشی شده است اما همگرایی در دهه های ۱۸۷۰ و ۱۸۸۰ عمدتاً به دلیل بهبود در حمل و نقل و کاهش هزینه حمل و نقل

مسأله شبکه توزیع را می‌توان با استفاده از الگوی حمل و نقل برنامه‌ریزی خطی مدل‌بندی نمود. در این تحقیق براساس روش ارائه شده از سوی آیوانو (2005)، مسأله حمل و نقل به صورت حمل و نقل مرکب در نظر گرفته شد. شبکه حمل و نقل مطالعه شامل شبکه انتقال محصول از مراکز تولید به مراکز تصفیه و نگهداری و شبکه انتقال محصول از مرکز تصفیه و نگهداری به مراکز توزیع و مصرف می‌باشد.

X_{ij} نشان‌گر مقدار محصول مبادله شده میان مرکز تصفیه و نگهداری i و مرکز تولید یا توزیع j به عنوان متغیر تصمیم می‌باشد. از سوی دیگر ظرفیت مراکز تصفیه و نگهداری کمتر از حجم تولید است. با توجه به مطالب عنوان شده مدل را می‌توان به صورت زیر فرمول‌بندی نمود:

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} C_{ij} d_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j \in N} X_{ij} \leq P_i \quad \forall i \in N \quad (2)$$

$$\sum_{i \in N} X_{ij} \leq C_j \quad \forall j \in N \quad (3)$$

$$\sum_{i \in N} X_{ij} = D_i \quad \forall i \in N \quad (4)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall (i, j) \in N \quad (5)$$

در روابط فوق d_{ij} فاصله میان دو مرکز (تصفیه و نگهداری با مراکز تولید یا توزیع) i و j ، C_{ij} هزینه حمل هر واحد از فاصله میان مسیر i و j ، C_i ظرفیت مرکز تصفیه و نگهداری i بر حسب تن، P_i ظرفیت تولید (تن) محصول موردنظر در مرکز i و D_i میزان تقاضا از محصولات نگهداری شده در مرکز تصفیه و نگهداری i است. همچنین N تعداد مراکز را نشان می‌دهد.

ایجاد شده است. در مبادلات تجاری هزینه‌های حمل و نقل از جمله عوامل تعیین‌کننده می‌باشد و حتی می‌تواند محل بازار مقصد را تعیین کند. در تحقیقی چانگ و همکاران (Chang et al. 2004) به بررسی اثر فاصله میان ۱۳ کشور منتخب با یکدیگر بر رابطه تجاری آن‌ها پرداختند. براساس یافته‌های این مطالعه مشخص گردید که یک درصد افزایش در فاصله ۴۷ درصد کاهش در همکاری و ۲۴ درصد کاهش در رقابت متقابل را به دنبال دارد. رابالاند و همکاران (Rabulland et al. 2005) در تحلیل علت روابط تجاری پایین کشوری آسیای مرکزی با اتحادیه اروپا بالا بودن هزینه حمل و نقل و ضعف در شبکه حمل و نقل ریلی را از دلایل عمده وجود ترکیب مبادلاتی ثابت عنوان کردند.

براساس مطالعات مرور شده می‌توان گفت هزینه‌های حمل و نقل از اجزای مهم در تصمیم‌گیری در خصوص محل استقرار فعالیت‌ها است و شرایط فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به بیان دیگر هزینه‌های حمل و نقل می‌تواند از عوامل اصلی ایجاد و یا حذف مزیت نسبی در تولید یک کالا تلقی شود.

هدف از این مطالعه، ارائه الگوی حاوی حداقل هزینه در شبکه انتقال قند و شکر از مراکز تولید استان فارس تا مراکز تصفیه، نگهداری، توزیع و مصرف می‌باشد

مواد و روش‌ها

ملاحظات اقتصادی دیگر همچون ایجاد تأسیسات در نزدیکی مراکز تولید یا مصرف تحت الشعاع هدف فوق قرار گیرد. استفاده از الگوهای تقریباً بهینه از طریق ایجاد گزینه‌های مختلف به انتخاب انعطاف می‌بخشد. به منظور به دست آوردن الگوهای تقریباً بهینه ابتدا مسئله برای تعیین جواب بهینه و مقدار تابع هدف حل می‌شود مثلاً برای یک مسأله برنامه‌ریزی خطی ساده خواهیم داشت (Willis and Willis 1993):

$$\min : Z = C_i X_i$$

$$\text{subject to : } A_i X_i \leq b_i$$

$$X \geq 0$$

که در آن Z تابع هدف، C_i بردار ضرایب تابع هدف، X_i بردار فعالیت‌ها، A ماتریس ضرایب محدودیت‌ها و b_i بردار منابع می‌باشد. پس از حل همزمان نامعادلات فوق جواب بهینه به دست خواهد آمد. همان‌طور که گفته شد این شیوه مبتنی بر پذیرش انحراف اندک از جواب بهینه توسط تصمیم‌گیرنده است. بنابراین در مرحله بعد انحراف موردنظر در جواب بهینه (که عموماً ۵ تا ۱۰ درصد است) به صورت محدودیت جدید وارد معادله می‌گردد، در این صورت معادلات محدودیت‌ها به شکل زیر خواهند بود (Willis and Willis 1993):

$$C_i X_i \leq (1 - j) Z^*$$

$$A_i X_i \leq b_i$$

$$X_i \geq 0$$

که در آن Z^* مقدار جواب بهینه حاصل از مرحله اول است. j نیز میزان انحراف قابل اغماض از

تابع هدف (۱) به دنبال آن است تا هزینه حمل و نقل کل میان تمامی مراکز تصفیه و نگهداری و مراکز تولید یا توزیع را حداقل نماید و فرض می‌کند که این هزینه‌ها تابعی خطی از فاصله میان نقاط تولید یا مصرف و نگهداری و هزینه حمل هر واحد از فاصله است.

محدودیت (۲) بیان‌گر آن است که میزان محصول نگهداری شده در هر واحد باید کمتر از محصول تولیدی باشد. محدودیت (۳) تضمین می‌کند تا میزان محصول مبادله شده میان دو مرکز (مرکز تولیدی و مرکز تصفیه و نگهداری و یا مرکز تصفیه و نگهداری و مرکز توزیع و مصرف) به صورت انتقال از مرکز توزیع یا تولید j به مرکز تصفیه و نگهداری i کمتر یا برابر با ظرفیت مرکز تصفیه و توزیع j باشد. محدودیت شماره (۴) تقاضا کل برای محصولات را برابر با مجموع محصول مبادله شده در نظر می‌گیرد. نهایتاً نیز محدودیت شماره (۵) شرط مثبت بودن مقادیر مبادله شده میان مراکز تصفیه و نگهداری و توزیع را تأمین می‌کند.

مدل فوق حالت قاطع (متعارف) برنامه‌ریزی خطی می‌باشد و حل آن منجر به ارائه جواب واحد بدون انعطاف یا فاقد جواب خواهد بود. از سوی دیگر در تدوین الگو ممکن است نتوان برخی از ملاحظات اقتصادی و اجتماعی را در الگو در قالب محدودیت گنجانده. به عنوان مثال اگر هدف توسعه اقتصادی یک شهرستان براساس یک برنامه‌ریزی اقتصادی باشد آنگاه ممکن است در ازاء تعقیب چنین هدفی،

واحدها و همچنین الگوی فعلی انتقال محصول به این واحدها از مبادی و الگوی انتقال از واحدها به مقصدها می‌باشد. الگوی بهینه نیز با استفاده از بسته نرم‌افزاری LINGO 10 به دست آمد.

نتایج و بحث

در این بخش ابتدا شبکه انتقال قند و شکر از مراکز تولید به مراکز تصفیه و نگهداری و همچنین از مراکز تصفیه و نگهداری به مراکز توزیع و مصرف بررسی و الگوی بهینه انتقال که در برگیرنده حداقل هزینه است ارائه شده است. علاوه بر این برای شبکه یاد شده ضمن اختیار کردن پنج درصد انحراف نسبت به حالت بهینه یک الگوی تقریباً بهینه نیز ارائه گردیده که نتایج هر یک از این الگوها به تفکیک آمده است.

الگوی بهینه

مراکز تولید قند و شکر همان‌طور که در جدول ۱ آمده است در شهرستان‌های مرودشت ۲۷/۳، اقلید ۲۷/۹، فسا ۱۱/۳، کوار ۷/۵ و ممسنی ۲۰/۲ درصد قرار دارد. همچنین حدود ۶ درصد از شکر استان از طریق واردات از شهرهای

مقدار بهینه تابع هدف اولیه است. این روش به دنبال آن است تا در مرحله دوم مجموع متغیرهای تصمیم در مسئله اصلی غیراساسی بودند را به دو شکل حداقل کردن مجموع متغیرهای تصمیم که در حل مسئله اصلی غیر صفرند و حداکثر کردن مجموع متغیرهای تصمیم که در حل مسئله اصلی صفر یا به عبارتی غیراساسی شده‌اند وارد تابع هدف جدید نمایند. در هر دوی این روش‌ها این عمل تا جایی تکرار می‌شود که متغیرهای صفر یا غیراساسی جواب بهینه دوباره صفر شوند.

در این بررسی تابع هدف به صورت حداقل نمودن هزینه شامل هزینه انتقال محصول در شبکه میان مراکز تولید، مراکز تصفیه و نگهداری و مراکز توزیع و مصرف تعریف گردید. تابع هزینه حاصل ضرب حجم محصول و مسافت بین مبدأ و مقصد در هزینه واحد (تن) در هر کیلومتر است.

داده‌های این مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه در میان ۴۵ واحد (۹۰ درصد) از واحدهای تولید، تصفیه و نگهداری و توزیع که در استان فارس فعال بودند، جمع‌آوری گردید. اطلاعات اخذ شده شامل ظرفیت سالانه فعالیت

هزینه واحد هر تن در هر کیلومتر برای مسیرهای مطالعه به طور متوسط ۶۳۰ ریال به ازای هر تن در هر کیلومتر به دست آمد. حجم محصول انتقالی در هریک از مسیرها میان مراکز تولید و مراکز تصفیه و نگهداری در الگوی فعلی و هم‌چنین در الگوی پیشنهادی به عنوان الگوی بهینه در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در شبکه انتقال محصول از مراکز تولید به مراکز تصفیه و نگهداری با توجه به این که در شهرستان‌های مرودشت، اقلید، فسا و ممسنی مراکز نگهداری شکر در محل تولید واقع گردیده است لذا در الگوی بهینه همانند الگوی فعلی مراکز نگهداری از مراکز تولید همان شهرستان تغذیه شده‌اند. اما به‌طور کلی میان دو الگوی فعلی و بهینه تفاوت‌های زیادی مشاهده می‌شود.

در الگوی فعلی شکر تولید مرکز مرودشت در میان شهرستان‌های مرودشت ۲۹/۱، شیراز ۳۹، یاسوج ۱۴/۶، بوشهر ۱۴/۶ درصد و سپیدان توزیع می‌شود در حالی که در الگوی بهینه شهرستان‌های یاسوج، بوشهر و سپیدان از الگو حذف و در ازاء آن شهرستان ابرقو به الگو اضافه شده است. در الگوی بهینه سهم

بندرعباس، بندرلنگه و بندر بوشهر تأمین می‌گردد. مراکز تصفیه و نگهداری نیز که محصول خود را از مراکز یاد شده تأمین می‌کنند شامل شهرستان‌های مرودشت، شیراز، یاسوج، بوشهر، اقلید، آباد، لار، ابرقو، فسا، تهران، اصفهان، ممسنی، کازرون، استهبان و سپیدان می‌باشند. از میان مراکز مصرف تنها مراکز داخل استان مورد هدف مطالعه بوده لذا محصول توزیع شده در داخل استان مورد توجه قرار گرفته است. مراکز مصرف نیز شامل تمامی شهرستان‌های استان فارس می‌باشد.

در مجموع بیش از ۱۸۲ هزار تن قند و شکر در استان فارس مصرف می‌شود. همان‌طور که انتظار می‌رود حدود ۳۹ درصد از قند و شکر توزیع شده در استان در شهرستان شیراز مصرف می‌شود. پس از شهرستان شیراز نیز شهرستان لار با ۸/۷ درصد در رتبه دوم قرار دارد. شهرستان‌های مرودشت، کازرون، چهارم و داراب نیز بین ۵ تا ۷/۵ درصد از مصرف استان را به خود اختصاص داده‌اند. به جز دو شهرستان لامرد و ارسنجان که تنها ۰/۹ درصد از مصرف استان را در اختیار دارند مصرف سایر شهرستان‌ها در دامنه ۲-۵ درصد قرار دارد.

کوار نیز در هر دو الگو در شهرستان شیراز تصفیه یا نگاهداری می‌گردد.

در مورد شبکه انتقال شکر تولیدی مرکز تولید ممسنی در مقایسه با سایر مراکز که تاکنون ارزیابی گردید تغییرات به مراتب بیشتری مشاهده می‌گردد. به این ترتیب که در الگوی فعلی شکر تولیدی آن در شهرستان های شیراز ۳۴/۵، تهران ۲۶/۷، اصفهان ۲۶/۷ و ممسنی ۱۶ درصد تصفیه و نگاهداری می‌گردد که در الگوی بهینه شهرستان های تهران و اصفهان از الگو حذف و سه شهرستان بوشهر، یاسوج و سپیدان به ترتیب با ۱۹/۷، ۱۹/۷ و ۳/۸ درصد الگو وارد شده‌اند. سهم شهرستان های شیراز و ممسنی در الگوی بهینه به ترتیب برابر با ۴۰/۷ و ۱۶ درصد است.

شهرستان های مرودشت، شیراز و ابرقو به ترتیب ۲۹/۱، ۵۱ و ۱۹ درصد است.

در مورد شبکه توزیع میان اقلید با مراکز تصفیه و نگاهداری مهم ترین تغییر به صورت حذف شیراز و اضافه شدن شهرستان های تهران و اصفهان می‌باشد. به این ترتیب در الگوی فعلی حدود ۱۸/۵ درصد از شکر تولیدی اقلید به شیراز منتقل می‌شود در حالی که در الگوی بهینه این شهرستان از اولویت بازمانده است. در الگوی بهینه بیش از ۲۰ درصد شکر تولیدی این مرکز به تهران و حدود ۱۸ درصد آن نیز به اصفهان اختصاص یافته است. مراکز تصفیه و نگاهداری اقلید و آباده در هر دو الگوی فعلی و بهینه به ترتیب ۲۸/۵ و ۲۶/۵ درصد از شکر تولیدی اقلید را در اختیار دارند. سهم شکر دریافتی ابرقو از ۲۶/۵ درصد الگوی فعلی به ۷ درصد در الگوی بهینه کاهش یافته است.

شکر تولیدی مرکز تولید فسا در حال حاضر در میان شهرستان های شیراز ۳۱، فسا ۱۷/۷، تهران ۴۴/۴ و استهبان ۶/۸ به منظور تصفیه و نگاهداری توزیع می‌گردد که در الگوی بهینه، شهرستان تهران از الگو حذف و الگوی فعلی برای شهرستان های فسا و استهبان تغییر نیافته است اما سهم شهرستان شیراز به بیش از ۷۵ درصد افزایش یافته است. شکر تولید مرکز

شده است. در مورد این مسیرها تغییر عمدتاً به صورت تغییر در میزان محصول انتقالی می‌باشد.

در شبکه انتقال فعلی محصول، قند و شکر از مرکز مرودشت به بوانات ۱۲/۵ و داراب ۲۲ درصد ارسال می‌گردد. البته در هر دو الگو ۶۵/۵ از محصول این شهرستان در سطح همین شهرستان توزیع می‌گردد. در الگوی بهینه بوانات از الگو حذف گردیده و در ازاء آن سهم شهرستان داراب به ۲۳/۲ درصد افزایش یافته است. هم‌چنین در الگوی بهینه شهرستان شیراز ۱۱/۲ درصد از محصول نگهداری شده در مرودشت را دریافت می‌کند.

در حال حاضر مراکز تصفیه و نگهداری شهرستان شیراز محصول خود را علاوه بر شهرستان شیراز ۷۰ درصد در شهرستان‌های لار (بیش از ۱۰٪)، جهرم (بیش از ۵٪)، فیروزآباد (بیش از ۵٪)، نیریز (۴/۶٪) و داراب (۳/۸٪) توزیع می‌کنند. در الگوی بهینه شهرستان‌های لار و داراب از الگو حذف گردیده است. در الگوی بهینه بیش از ۶۸ درصد از محصول نگهداری شده در شهرستان شیراز در سطح این شهرستان توزیع می‌گردد. در الگوی بهینه سهم شهرستان‌های کازرون،

جهرم، نیریز، لامرد و سپیدان به ترتیب برابر با حدود ۱۰، ۹/۳، ۴/۶، ۱/۶ و کمتر از یک درصد است.

در الگوی فعلی حدود یک چهارم از محصول تصفیه و نگهداری شده در شهرستان اقلید به شهرستان کازرون منتقل می‌گردد. میزان مصرف داخل شهرستان اقلید (۳۸۴۰ تن) تنها ۱۸/۵ درصد از محصول نگهداری شده در این شهرستان را شامل می‌شود. بیش از ۱۵ درصد از محصول نگهداری شده در شهرستان اقلید نیز به شهرستان استهبان منتقل می‌شود. سهم محصول دریافتی مراکز مصرف شهرستان‌های سپیدان، داراب، جهرم، لار و ارسنجان نیز به ترتیب بیش از ۹، ۸، ۱۲، ۵/۵ و ۷ درصد از کل محصول نگهداری شده در شهرستان اقلید است.

در الگوی بهینه انتقال محصول از شهرستان اقلید سهم شهرستان‌های ارسنجان، اقلید و استهبان تغییر نیافته است. هم‌چنین در الگوی بهینه مسیر انتقال محصول از اقلید به سپیدان حذف و شهرستان بوانات به الگو اضافه شده است. در الگوی بهینه سهم شهرستان داراب از بیش از ۸ درصد به بیش از ۲۴ و سهم لار از ۵/۵ به بیش از ۱۳ درصد افزایش یافته است.

محصول نگاه‌داری شده در شهرستان ممسنی عمدتاً در همین شهرستان توزیع می‌شود به گونه‌ای که در حال حاضر از مجموع ۸۵۰۰ تن قند و شکر که در این شهرستان نگاه‌داری می‌شود بیش از ۸۱ درصد آن در شهرستان ممسنی توزیع می‌شود و کمتر از ۱۹ درصد آن به منظور مصرف به شهرستان لامرد ارسال می‌شود. در الگوی بهینه نیز محصول ارسالی به لامرد به کازرون اختصاص یافته است و در میزان توزیع در سطح شهرستان ممسنی تغییری رخ نداده است.

در الگوی فعلی از مجموع ۲۰۰۰ تن محصول تصفیه و نگاه‌داری شده در شهرستان سپیدان ۱۰۰۰ تن آن به شهرستان کازرون منتقل می‌شود ۱۰۰۰ تن نیز در سطح شهرستان سپیدان توزیع می‌گردد. در الگوی بهینه کل ۲۰۰۰ تن در سطح شهرستان سپیدان توزیع می‌شود.

در حال حاضر مجموع مسیرهایی که محصول قند و شکر طی می‌کند برابر با ۸۹/۷۷ میلیون تن - کیلومتر است که در الگوی بهینه این رقم به ۶۸/۹۳ میلیون تن - کیلومتر کاهش یافته است. به عبارت دیگر میزان مسافتی که براساس الگوی بهینه طی می‌شود ۲۳ درصد کمتر از میزان در الگوی فعلی است.

هزینه حمل قند و شکر مسیرهای یاد شده در الگوی فعلی ۵۶/۵۵ میلیارد ریال است که در الگوی بهینه این رقم به ۴۳/۴۲ میلیارد ریال کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر با استفاده از الگوی بهینه می‌توان ۲۳

در حال حاضر محصول نگاه‌داری شده در شهرستان آباده به شهرستان‌های بوانات ۸/۱، لار ۱۳/۴، فسا ۱۷/۹، جهرم ۷/۸ و کازرون ۲۹/۱ درصد منتقل می‌شود. نکته جالب توجه این است که علی‌رغم این که شهرستان فسا به سایر مراکز تصفیه و نگاه‌داری استان و خارج استان محصول صادر می‌کند اما به دلیل عدم ظرفیت لازم در زمینه تصفیه و نگاه‌داری بخشی از محصول مورد مصرف این شهرستان از خارج از شهرستان تأمین می‌گردد.

در الگوی بهینه انتقال محصول از شهرستان آباده به مراکز مصرف مسیرهای انتقال شامل آباده-لار، آباده-فسا و آباده-آباده می‌باشد. در الگوی بهینه سهم دو مسیر آباده-فسا و آباده-آباده نسبت به الگوی فعلی تغییر نکرده است اما بخش قابل ملاحظه‌ای از محصول به مسیر آباده به لار اختصاص یافته است. بگونه‌ای که ۵۸/۷ درصد از محصول در این مسیر منتقل می‌گردد.

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود در مسیرهای انتقال محصول مراکز تصفیه و نگاه‌داری لار، فسا، کازرون و استهبان در حالت بهینه نیز تغییری رخ نداده است. در هر سه مورد محصول نگاه‌داری شده در این شهرستان‌ها در داخل خود شهرستان توزیع می‌شود و در الگوی بهینه نیز این ترکیب حفظ شده است. لازم به ذکر است که محصول نگاه‌داری شده در این شهرستان‌ها کمتر از نیاز آن‌ها می‌باشد.

الگوی تقریباً بهینه محصول مورد نیاز علاوه بر مراکز تولید الگوی بهینه از مرکز بندرعباس نیز تأمین می‌شود. همچنین به جز در مورد میزان محصول دریافتی از مراکز تولید کوار در تمامی سایر مراکز که در هر دو الگوی بهینه و تقریباً بهینه حضور دارند تغییراتی در حجم محصول دریافتی ایجاد شده است. محصول دریافتی از شهرستان مرودشت از ۳۶/۲ هزار تن به ۳۹/۶ هزار تن افزایش یافته است. محصول دریافتی از شهرستان فسا کمتر از ۱۰۰۰ تن کاهش یافته است. اما محصول انتقالی از ممسنی به شیراز از ۲۱/۴ هزار تن به ۷/۸ هزار تن کاهش یافته است که البته در ازا این تغییر بیش از ۱۲ هزار تن محصول از بندرعباس به شهرستان شیراز وارد می‌گردد. در مورد شهرستان ابرقو نیز همان‌طور که مشاهده می‌گردد کل محصول نگهداری شده از شهرستان اقلید تأمین می‌گردد و شهرستان مرودشت بر خلاف الگوی بهینه در تأمین آن نقشی ندارد.

در مسیرهای واقع میان مراکز تولید منتهی به تهران تغییرات گسترده‌ای ملاحظه می‌شود. به این ترتیب که در الگوی بهینه محصول مراکز تصفیه و نگهداری تهران از مراکز تولید اقلید و بندرعباس تأمین می‌شود در حالی که در الگوی تقریباً بهینه مساعدت شهرستان اقلید از ۱۴/۶ هزار تن به ۵۰۰ تن محدود شده است و بندرعباس نیز به طور کامل از مساعدت بازمانده است. از سوی دیگر مراکز تولید بوشهر ۴۱/۵، ممسنی ۴۹/۴ و مرودشت ۷/۱ درصد به الگو اضافه

درصد در هزینه‌های حمل و نقل صرفه‌جویی نمود. از مجموع هزینه‌های فعلی که برای حمل و نقل صرف می‌شود ۲۸/۸۴ درصد در شبکه انتقال محصول از مراکز تصفیه و نگهداری به مراکز مصرف تعلق دارد و ۷۱/۱۲ درصد آن نیز مربوط به هزینه حمل از مراکز تولید تا مراکز تصفیه و نگهداری می‌باشد.

الگوی تقریباً بهینه

بمنظور دستیابی به الگوی تقریباً بهینه ابتدا مسیرهای حاوی مقادیر مثبت مشخص گردید و الگوی تقریباً بهینه به صورت حداقل نمودن مقداری کالای این مسیرها تعریف گردید. نتایج حاصل از مسیرهای انتقال کالا از مراکز تولید به مراکز تصفیه و نگهداری در جدول ۳ آمده است. در این جدول به منظور مقایسه الگوی تقریباً بهینه با الگوی بهینه جواب آن‌ها به طور توأم ارایه شده است.

براساس نتایج جدول ۳ بر حسب مراکز تولید تنها در شبکه انتقال محصول کوار و بندرلنگه نسبت به الگوی بهینه تغییری ایجاد نشده است. در مورد سایر مراکز تولید نیز می‌توان گفت مهم‌ترین تغییر به شبکه انتقال محصول این مراکز به مراکز تصفیه و نگهداری شیراز، تهران، لار و ابرقو مربوط می‌شود. مهم‌ترین وجه تمایز مراکز یاد شده در مقایسه با شهرهای دیگر یا طولانی بودن مسافت از مراکز تولید و یا بالابودن حجم محصولی است که از مراکز تولید دریافت می‌کنند. به عنوان مثال در مورد مرکز تصفیه و نگهداری شیراز در

شده‌اند و تنها کمتر از ۲ درصد از محصول نگهداری شده در تهران از مسیرهای قبلی تأمین می‌شود.

محصول تصفیه و نگهداری شده در شهرستان کازرون نیز در الگوی تقریباً بهینه به‌طور کامل از شهرستان ممسنی تأمین می‌شود حال آن که در الگوی بهینه این محصول از مرکز تولید (واردات) بوشهر تأمین می‌شود.

برای شبکه انتقال محصول از مراکز تصفیه و نگهداری به مراکز مصرف نیز الگوی تقریباً بهینه ارائه گردید. نتایج این الگو در جدول ۴ آمده است. همانند الگوی تقریباً بهینه شبکه انتقال محصول میان مراکز تولید و تصفیه و نگهداری در الگوی تقریباً بهینه شبکه محصول میان مراکز تصفیه و نگهداری و مراکز مصرف نیز تغییرات صورت گرفته نسبت به الگوی بهینه عمدتاً

مربوط به مراکز دارای سهم محصول بالا و یا مراکز دارای مصرف بالا می‌باشد. به این ترتیب که برحسب مراکز تصفیه و نگهداری در مسیرهای انتقال محصول خارج شده از مراکز مرودشت، شیراز، اقلید و آباده بیشترین تغییر مشاهده می‌شود. برحسب مراکز مصرف نیز می‌توان تغییرات بالا را در مسیرهای دریافت محصول شهرستان‌های لار، شیراز و کازرون مشاهده کرد.

حدود یک سوم از محصول نگهداری شده در شهرستان مرودشت در الگوی بهینه علاوه بر مرودشت در شهرستان‌های شیراز و داراب توزیع می‌شود. در الگوی تقریباً بهینه این سهم از محصول ۷/۱ هزار تن در چهار مرکز مصرف فسا ۵، کازرون ۲/۷، سپیدان ۴/۵ و نی‌ریز ۲/۲ درصد توزیع می‌گردد.

جدول ۳ الگوی تقریباً بهینه شبکه انتقال قند و شکر از مراکز تولید یا واردات به مراکز توزیع و تصفیه در استان فارس (تن)

مراکز تولید یا واردات (عرضه)																مراکز تصفیه و نگهداری
بوشهر	بندر لنگه			بندر عباس		ممسنی		کوار		فسا		اقلید		مرودشت		
الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	
۱۱۴۰					۱۲۱۶۰	۲۱۴۰۰	۷۸۲۷	۱۹۵۰۰	۱۹۵۰۰	۲۲۱۰۰	۲۱۳۰۰			۲۰۷۰۰	۲۰۷۰۰	مرودشت
						۱۰۴۰۰	۱۰۴۰۰							۳۶۲۶۰	۳۹۶۱۲	شیراز
						۱۰۴۰۰	۱۰۴۰۰									یاسوج
																بوشهر
														۲۰۷۰۰	۲۰۷۰۰	اقلید
														۱۹۲۰۰	۱۹۲۰۰	آباده
		۱۰۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰							۸۰۰					لار
														۵۱۰۰	۱۹۲۴۰	ابرکو
										۵۲۰۰	۵۲۰۰			۱۴۱۴۰		فسا
	۱۸۶۰				۱۱۳۶۰		۱۲۸۵۲							۱۴۶۴۰	۵۰۰	تهران
														۱۳۰۰۰	۱۳۰۰۰	اصفهان
							۸۵۰۰	۸۵۰۰								ممسنی
							۷۲۰	۷۲۰								کازرون
۷۲۰										۲۰۰۰	۲۰۰۰					استهبان
							۲۰۰۰	۲۰۰۰								سپیدان
۱۸۶۰	۱۸۶۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۲۱۶۰	۱۲۱۶۰	۵۲۷۰۰	۵۲۷۰۰	۱۹۵۰۰	۱۹۵۰۰	۲۹۳۰۰	۲۹۳۰۰	۷۲۶۴۰	۷۲۶۴۰	۷۱۱۰۰	۷۱۱۰۰	جمع

جدول ۴ الگوی تقریباً بهینه شبکه انتقال قند و شکر از مراکز تصفیه و نگهداری به مراکز توزیع و مصرف در استان فارس (تن)

مراکز تصفیه و نگهداری																			
سپیدان		استهبان		کازرون		ممسنی		فسا		لار		آباده		اقلید		شیراز		مرودشت	
الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه	الگوی تقریباً بهینه	الگوی بهینه
																		۱۳۵۷۰	۱۳۵۷۰
																		۶۸۵۹۵	۷۰۹۲۰
													۴۲۳۰	۴۲۳۰					
													۱۶۶۰	۱۶۶۰					
														۳۸۴۰	۳۸۴۰				
												۴۵۰۵	۴۵۰۵						
										۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۱۳۰۵		۲۷۵۵			۱۴۰۶۰		
													۱۶۰۰			۱۶۰۰			
									۵۲۰۰			۳۴۳۰					۷۶۰۰		۱۰۳۰
														۹۳۶۵	۹۳۶۵				
														۵۳۱۰	۵۳۱۰				
							۶۹۰۰	۶۹۰۰											
					۷۲۰	۷۲۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰					۷۲۴۵		۲۱۸۵	۹۹۹۰			۵۶۰
			۲۰۰۰	۲۰۰۰											۳۱۲۰		۳۱۲۰		
۲۰۰۰	۲۰۰۰															۹۳۰			۹۳۰
																۴۶۱۰			۴۶۱۰
									۵۲۰۰								۴۷۰۰		۴۸۰۵
۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۷۲۰	۷۲۰	۸۵۰۰	۸۵۰۰	۵۲۰۰	۵۲۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۹۲۰۰	۱۹۲۰۰	۲۰۷۰۰	۲۰۷۰۰	۱۰۰۴۰۰	۱۰۰۴۰۰	۲۰۷۰۰	۲۰۷۰۰
																			جمع

مصرف هر دو در یک شهرستان واقع هستند اما در الگوی تقریباً بهینه تمام محصول موردنیاز این شهرستان از مرودشت و شیراز تأمین می‌شود و مراکز نگاهداری این شهرستان مساعدتی به تأمین مصرف داخل آن ندارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به‌طور کلی در ارزیابی موقعیت مراکز تولید، نگاهداری و مصرف براساس توزیع جغرافیایی آن‌ها می‌توان گفت تمرکز مراکز تولید با توجه به سهم بالای تولید در اقلید و مرودشت تمایل به نیمه شمالی استان دارد. از سوی دیگر با توجه به سهم بالای شهرستان شیراز و تا حدودی مرودشت در مصرف می‌توان این منطقه را منطقه تمرکز مصرف نامید. البته در الگوی تصفیه و نگاهداری نیز این منطقه از درجه تمرکز بالایی برخوردار است. از سوی دیگر شهرستان‌هایی هم‌چون لار و کازرون از سهم مصرف بالایی برخوردارند که با توجه به واردات شکر از بنادر جنوب در صورت ایجاد مراکز تصفیه و نگاهداری در این مراکز می‌توان به بهبود شبکه حمل و نقل مساعدت بیشتری نمود. وجود مراکز تولید نزدیک به منطقه پرمصرف شیراز هم‌چون کوار، فسا و ممسنی امکان تأمین از این نقاط را فراهم می‌کند. از سوی دیگر صادرات به خارج از استان نیز از طریق صدور از اقلید امکان کاهش هزینه‌های انتقال را فراهم می‌کند. هم‌چنین مشخص گردید که مهم‌ترین تفاوت میان الگوی تقریباً بهینه در مقایسه با الگوی بهینه به تغییر در مراکزی محدود می‌شود که یا در

در الگوی بهینه حدود ۳۲ درصد از محصول تصفیه و نگاهداری شده در شهرستان شیراز در شهرستان‌های لامرد، جهرم، فیروزآباد، کازرون، سپیدان و نی‌ریز توزیع می‌شود. در الگوی تقریباً بهینه این سهم به ۳۰ درصد افزایش یافته است اما در شهرستان دیگری توزیع می‌گردد. به این ترتیب که در الگوی تقریباً بهینه این محصول در شهرستان‌های لار ۱۴، فسا ۷/۶، استهبان ۳/۱ و داراب ۴/۷ درصد توزیع می‌شود.

تفاوت ایجاد شده در الگوی بهینه و تقریباً بهینه شبکه انتقال اقلید به مراکز مصرف نیز قابل ملاحظه است. در الگوی بهینه بیش از ۸۱ درصد از محصول در میان شهرستان‌های بوانات، ارسنجان، اقلید، لار و استهبان و داراب توزیع می‌گردد که در الگوی تقریباً بهینه از این شبکه حذف شده‌اند. از سوی دیگر این محصول در شهرستان‌های جهرم با ۴۵، فیروزآباد با ۲۵/۶ و کازرون با ۱۰/۵ درصد سهم توزیع می‌گردد.

در مورد شهرستان آباد نیز همانند شهرستان اقلید تغییرات گسترده‌ای مشاهده می‌شود. در شبکه انتقال محصول آباد به جای شهرستان‌های لار ۵۸/۷ و فسا ۱۲/۸ درصد شهرستان‌های بوانات، ارسنجان، لامرد و کازرون جایگزین شده‌اند و سهم هریک از آن‌ها به ترتیب برابر با ۲۲، ۸/۶، ۸/۳ و ۳۷/۶ درصد است.

در مورد شهرستان فسا نکته جالب توجه این است که علی‌رغم این که مرکز تصفیه و نگاهداری و

- حاشیه واقع شده و از سایر نقاط دارای فاصله زیاد هستند و یا نقاطی که دارای حجم انتقال محصول بالایی هستند.
- ۲- انتقال محصول تولیدی مراکز ممسنی، کوار و فسا به شیراز و شهرستان‌های همجوار
- ۳- استفاده از محصول تولیدی ممسنی برای تأمین نیاز شهرستان‌های یاسوج و بوشهر
- ۴- ایجاد و یا توسعه مراکز تصفیه در شهرستان‌های لار و کازرون
- ۵- توزیع شکر وارداتی در شهرستان‌های جنوبی استان
- باتوجه به نتایج به دست آمده می‌توان پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه نمود.
- ۱- انتقال محصول تولیدی از مرکز تولید اقلید به نقاط خارج از استان همانند اصفهان و تهران

منابع مورد استفاده:

References:

- اسماعیل‌زاده، ح. ۱۳۶۴. الگوی بهینه حمل و نقل و نگهداری گندم در ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز.
- ترکمانی، ج و شیروانیان، ع. ل. ۱۳۷۷. تعیین مدل بهینه حمل و نقل گندم در استان فارس، مجموعه مقالات دومین گردهمایی اقتصادی کشاورزی ایران، ص ۶۳-۷۰
- طراز کار، م. ح و ترکمانی ج. ۱۳۸۴. مکان‌یابی تأسیسات ذخیره‌سازی گندم در استان فارس، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، زاهدان.
- عرب‌مازار، ع. ا. و امیری ک. ا. ۱۳۷۵. مکان‌یابی تأسیسات ذخیره‌سازی گندم - بررسی موردی استان لرستان. مجله پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ص ۴۵-۵۳.
- کیانی، غ. ۱۳۸۰. تعیین الگوی اقتصادی حمل و نقل گندم در ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۵. پایگاه اینترنتی وزارت جهاد کشاورزی. www.agri-jahad.ir

Apaiiah RK, Hendrix EMT (2005) Design of a supplier chain network for pea-based novel protein foods. Journal of Food Engineering. 70- 383-391

Chang YC, polachek SW, Robst J (2004) Conflict and trade: the relationship between geographic distance and international interactions. Journal of Socio-Economics. 33, 491-509

- Fedeler JA, Heady EO (1976) Grain Marketing and Transportation Interdependencies: A National Model, *American Journal of Agricultural Economics*, 58: 224-235
- Federico G (2006) Market integration and market efficiency: The case of 19th century Italy. *Exploration in Economic History*.
- Ioannou G (2005) Streamlining the supply chain of the Hellenic sugar industry. *Journal of Food Engineering*, 70, 323-332
- LaFountain C (2005) Where do firms locate? Testing competing models for agglomeration. *Journal of Urban Economics* 58: 338–366
- Monterosso CDB, Charls LW, Lacerda MC, Fugi N (1985) Grain Storage in Developing Areas: Location Size of Facilities, *American Journal of Agricultural Economics*, 59: 101-111
- Rabulland G, kunth A, Auy R (2005) Central Asian's transport cost burden and its impact on trade Economic systems. 29, 6-31
- Tyrchniewicz EW, Tosterud RJ (1963) A Model Rationalizing the Canadian Grain Transportation and Handling System on Regional Basis, *American Journal of Agricultural Economics*, 55: 806-813
- Willis C, Willis MS (1993) Multiple Criteria and Nearly Optimal Solutions in Greenhouse Management, *Agricultural System*, 41: 289-303.